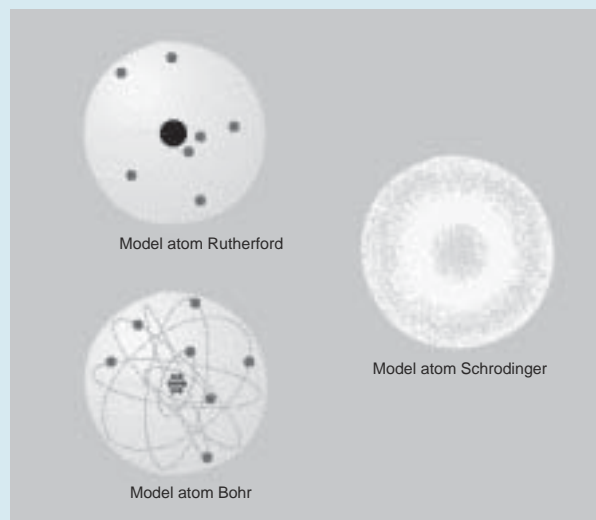


Bab I

Teori Atom Bohr dan Mekanika Kuantum



Sumber: Encarta Encyclopedia, 2005

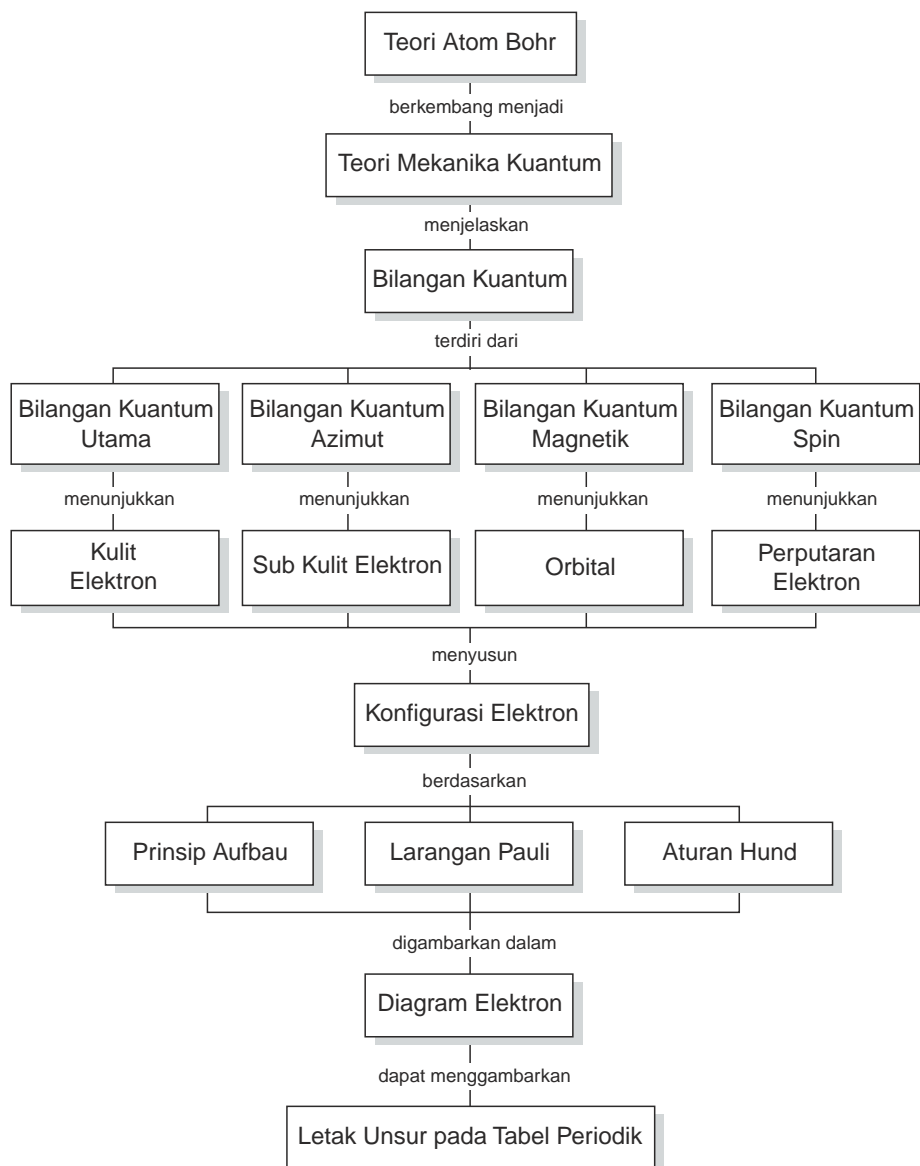
Teori atom berkembang mulai dari teori atom Rutherford, Bohr, sampai teori atom yang dikemukakan oleh Schrodinger yang dikenal sebagai teori atom mekanika kuantum.

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti pembelajaran siswa dapat :

1. menjelaskan teori atom Bohr dan mekanika kuantum,
2. menentukan bilangan kuantum dan bentuk-bentuk orbital,
3. menjelaskan kulit dan subkulit serta hubungannya dengan bilangan kuantum,
4. menyusun konfigurasi elektron berdasarkan prinsip Aufbau, aturan Hund, dan azas larangan Pauli,
5. menentukan letak unsur dalam tabel periodik berdasarkan konfigurasi elektron.

PETA KONSEP



Menurut Rutherford, atom terdiri atas inti atom dan elektron. Pada inti terdapat proton dan neutron. Inti atom bermuatan positif, sedangkan elektronnya bermuatan negatif dan bergerak mengelilingi inti. Teori ini ternyata ada kelemahannya. Pada tahun 1913, teori ini dilengkapi oleh Niels Bohr sehingga muncul teori atom Bohr.

Menurut teori atom Bohr, atom terdiri atas inti atom yang merupakan pusat massa atom dan muatan inti, sedangkan elektron berputar mengelilingi inti pada lintasan tertentu dan dapat berpindah dari lintasan yang satu ke lintasan yang lainnya.

Teori atom Bohr hanya dapat menjelaskan spektrum atom hidrogen, setelah itu muncullah teori-teori baru tentang atom yang dikemukakan oleh Louis de Broglie, Schrodinger, dan Heisenberg yang dikenal dengan teori atom mekanika kuantum.

Pada bab ini akan dibahas tentang teori atom mekanika kuantum, bilangan kuantum, bentuk orbital, konfigurasi elektron, diagram elektron, dan hubungan konfigurasi elektron unsur dengan tempatnya dalam tabel periodik.

A. Teori Atom Bohr dan Teori Mekanika Kuantum

Pada tahun 1913, Niels Bohr mengajukan suatu model atom untuk mengatasi kelemahan dari model atom Rutherford. Bohr melakukan serangkaian percobaan atas dasar postulat Planck tentang cahaya dan spektrum hidrogen yang terdiri dari garis-garis. Menurut Planck cahaya merupakan paket energi yang nilainya bergantung pada frekuensi gelombangnya serta hidrogen dapat menyerap dan memancarkan cahaya dengan energi tertentu. Dari keduanya lahirlah teori atom Bohr yang menyatakan:

1. Elektron dalam atom mempunyai tingkat energi tertentu atau elektron bergerak mengelilingi inti dalam lintasan tertentu.
2. Pada lintasannya elektron tidak menyerap atau memancarkan energi.
3. Elektron dapat pindah dari satu tingkat ke tingkat energi yang lain. Jika elektron pindah ke tingkat energi yang lebih tinggi elektron tersebut dikatakan dalam keadaan tereksitasi.

Teori atom Bohr ini belum mampu menjelaskan atom-atom berelektron banyak. Spektrum garis hidrogen ternyata terdiri atas garis-garis kecil yang sangat berdekatan. Para ahli berusaha memecahkan masalah ini.

Pada tahun 1923 Louis de Broglie mengemukakan bahwa semua materi memiliki sifat gelombang dan setiap partikel yang bergerak memiliki sifat gelombang dengan panjang gelombang tertentu. Elektron yang bergerak mengelilingi inti, gerakannya seperti sebuah gelombang, keberadaannya dalam lintasannya tidak pasti. Hal ini tidak sesuai dengan yang dikemukakan Bohr yaitu elektron bergerak pada lintasan tertentu.

Pada tahun 1926 Erwin Schrodinger dan Werner Heisenberg mengemukakan teori bahwa lokasi elektron dalam atom tidak dapat ditentukan secara pasti, yang dapat ditentukan hanyalah daerah kemungkinan keberadaan elektron. Oleh karena keberadaan elektron diperkirakan dengan mekanika kuantum maka teori ini disebut *teori atom mekanika kuantum*.

B. Bilangan Kuantum dan Bentuk Orbital

Pada teori atom mekanika kuantum, untuk menggambarkan posisi elektron digunakan bilangan-bilangan kuantum. Daerah kemungkinan elektron berada disebut orbital. *Orbital* memiliki bentuk yang berbeda-beda. Untuk memahami bilangan kuantum dan bentuk-bentuk orbital perhatikan uraian berikut.

1. Bilangan Kuantum

Schrodinger menggunakan tiga bilangan kuantum yaitu bilangan kuantum utama (n), bilangan kuantum azimut (ℓ), dan bilangan kuantum magnetik (m). Ketiga bilangan kuantum tersebut menjelaskan tingkat energi, bentuk, dan orientasi elektron di dalam orbital. Selain ketiga bilangan kuantum tersebut ada bilangan kuantum spin (s) yang menunjukkan perputaran elektron pada sumbunya.

a. Bilangan Kuantum Utama

Bilangan kuantum utama memiliki lambang n . Harga n melambangkan tingkat energi elektron atau kulit elektron. Harga n untuk berbagai kulit elektron yaitu sebagai berikut.

Elektron pada kulit ke-1, memiliki harga $n = 1$.

Elektron pada kulit ke-2, memiliki harga $n = 2$.

Elektron pada kulit ke-3, memiliki harga $n = 3$.

Elektron pada kulit ke-4, memiliki harga $n = 4$.

b. Bilangan Kuantum Azimut

Bilangan kuantum azimut memiliki lambang ℓ . Bilangan kuantum azimut menyatakan tingkat energi elektron pada subkulit. Subkulit elektron mempunyai lambang s, p, d, f. Huruf-huruf tersebut berasal dari kata *sharp* (s), *principal* (p), *diffuse* (d), dan *fundamental* (f) yang diambil dari nama-nama seri spektrum unsur.

Harga ℓ untuk berbagai subkulit yaitu sebagai berikut.

Elektron pada subkulit s memiliki harga $\ell = 0$

Elektron pada subkulit p memiliki harga $\ell = 1$

Elektron pada subkulit d memiliki harga $\ell = 2$

Elektron pada subkulit f memiliki harga $\ell = 3$

Hubungan harga n dengan ℓ adalah harga ℓ mulai dari 0 sampai dengan $n-1$.

Contoh:

Jika $n = 1$ maka $\ell = 0$.

Jika $n = 2$ maka $\ell = 0, 1$.

Jika $n = 3$ maka $\ell = 0, 1, 2$.

Jika $n = 4$, maka $\ell = 0, 1, 2, 3$.

c. Bilangan Kuantum Magnetik

Bilangan kuantum magnetik memiliki lambang m yang menunjukkan arah orbital elektron. Bilangan kuantum magnetik menyatakan jumlah orbital pada subkulit elektron. Bilangan kuantum ini bernilai negatif, nol, dan positif. Secara matematika harga m dapat ditulis mulai dari $-\ell$ sampai dengan $+\ell$. Harga m untuk berbagai ℓ atau subkulit dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Harga m untuk berbagai subkulit

Subkulit	Harga ℓ	Harga m	Jumlah Orbital
s	0	0	1
p	1	-1, 0, +1	3
d	2	-2, -1, 0, +1, +2	5
f	3	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7

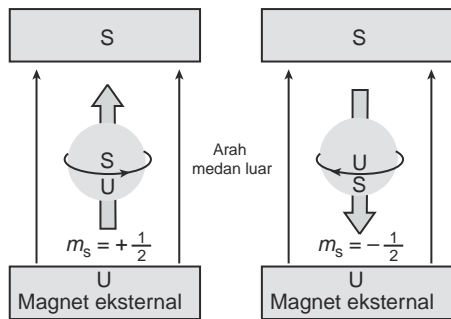
Harga bilangan kuantum n , ℓ , dan m untuk berbagai bilangan kuantum dapat digambarkan seperti Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Harga bilangan kuantum n , ℓ , dan m untuk berbagai bilangan kuantum

Nama Bilangan Kuantum	Lambang	Harga Bilangan Kuantum
Utama	n	1
Azimut	ℓ	
Magnetik	m	

d. Bilangan Kuantum Spin

Elektron dalam orbital tidak hanya bergerak di sekitar inti tetapi berputar pada sumbunya. Perhatikan Gambar 1.1.



Sumber: Ebbing, General Chemistry

Gambar 1.1 Perputaran elektron pada sumbuanya

Bilangan kuantum spin dengan lambang s , menyatakan arah perputaran elektron pada sumbuanya.

Bilangan kuantum suatu elektron di dalam orbital dapat memiliki harga spin $+\frac{1}{2}$ dan $-\frac{1}{2}$, tetapi berdasarkan kesepakatan para tokoh kimia, untuk elektron pertama di dalam orbital harga spinnya = $+\frac{1}{2}$.

Berdasarkan harga bilangan kuantum dapat ditentukan berapa jumlah elektron maksimum yang dapat menempati subkulit dan kulit. Perhatikan Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Harga masing-masing bilangan kuantum

Kulit	n	ℓ	m	s	Maksimum elektron dalam subkulit	Maksimum elektron dalam kulit
K	1	0(1s)	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	2	2
L	2	0(2s)	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	2	8
		1(2p)	-1, 0, +1	$\pm\frac{1}{2}$ untuk setiap m	6	
M	3	0(3s)	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	2	18
		1(3p)	-1,0,+1	$\pm\frac{1}{2}$ untuk setiap m	6	
		2(3d)	-2,-1,0,+1,+2	$\pm\frac{1}{2}$ untuk setiap m	10	
N	4	0(4s)	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	2	32
		1(4p)	-1,0,+1	$\pm\frac{1}{2}$ untuk setiap m	6	
		2(4d)	-2,-1,0,+1,+2	$\pm\frac{1}{2}$ untuk setiap m	10	
		3(4f)	-3,-2,-1,0,+1,+2,+3	$\pm\frac{1}{2}$ untuk setiap m	14	
...	a	0(as)	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	2	$2a^2$
		a-1	$-\ell$ sampai $+\ell$	$\pm\frac{1}{2}$ untuk setiap m	$4\ell + 2$	

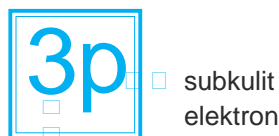
Sumber: Ebbing, General Chemistry

Bagaimana cara menentukan harga bilangan kuantum? Perhatikan contoh soal berikut!

Contoh Soal

1. Tentukan harga bilangan kuantum n , ℓ , m dari elektron-elektron pada subkulit 3p.

Penyelesaian:



nomor kulit

Nomor kulit = 3 □ □ $n = 3$

Subkulit = p □ □ $\ell = 1$

Bilangan kuantum $m = -1, 0, +1$

Jadi, elektron-elektron pada subkulit 3p memiliki harga $n = 3$, $\ell = 1$, $m = -1, 0, +1$

2. Tentukan subkulit dan kulit dari elektron yang memiliki harga bilangan kuantum $n = 2$, $\ell = 0$, $m = 0$.

Penyelesaian:

$n = 2$ □ elektron pada kulit ke-2

$\ell = 0$ □ elektron pada subkulit s

Latihan 1.1

Selesaikan soal-soal berikut!

1. Tentukan harga bilangan kuantum n , ℓ , dan m untuk elektron-elektron yang berada pada orbital atau subkulit 2s dan 3p.
2. Suatu elektron mempunyai harga bilangan kuantum $n = 2$, $\ell = 1$, dan $m = +1$. Terletak pada orbital atau subkulit mana elektron tersebut?
3. Elektron terakhir suatu atom menempati subkulit 3d, tentukan harga keempat bilangan kuantum dari elektron tersebut!

2. Bentuk Orbital

Elektron-elektron bergerak pada setiap orbitalnya. Orbital-orbital mempunyai bentuk yang berbeda-beda sesuai dengan arah gerakan elektron di dalam atom. Bentuk berbagai orbital adalah sebagai berikut.

a. Orbital s



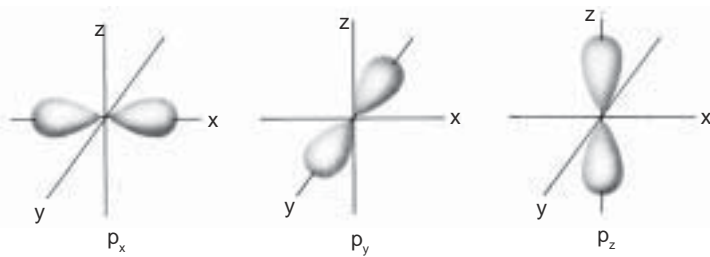
Sumber: Ebbing, General Chemistry 2s

Perhatikan Gambar 1.2. Orbital s digambarkan berbentuk bola dengan inti sebagai pusat.

Gambar 1.2 Bentuk orbital s

b. Orbital p

Orbital p terdiri atas 3 orbital, masing-masing berbentuk balon terpilin dengan arah dalam ruang sesuai dengan sumbu x, y, dan z. Perhatikan Gambar 1.3!

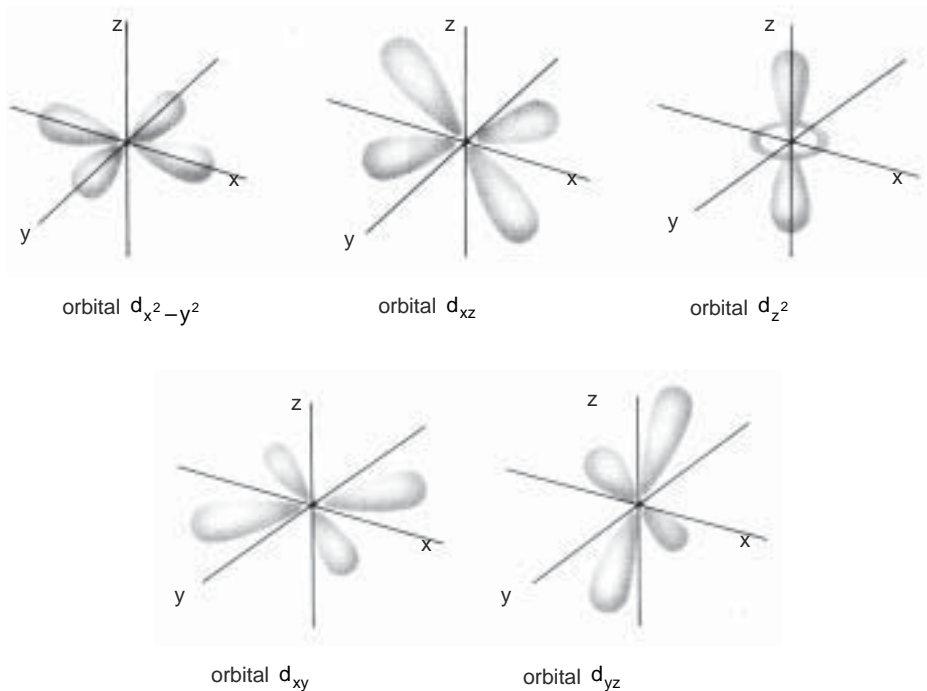


Sumber: Ebbing, General Chemistry

Gambar 1.3 Bentuk orbital p

c. Orbital d

Bentuk orbital d terdiri atas lima orbital yaitu $d_{x^2-y^2}$, d_{xz} , d_{z^2} , d_{xy} , dan d_{yz} . Perhatikan Gambar 1.4.



Sumber: General Chemistry

Gambar 1.4 Bentuk orbital d

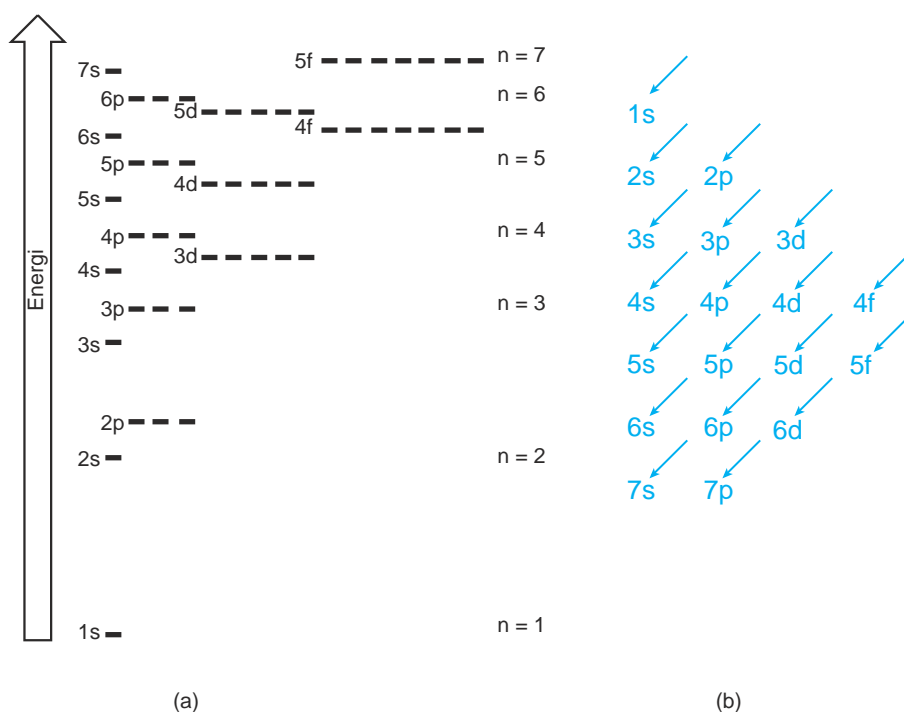
C. Konfigurasi Elektron

Konfigurasi elektron merupakan distribusi elektron-elektron di dalam orbital-orbital suatu atom. Distribusi elektron didasarkan pada tingkat-tingkat energi dari orbital. Konfigurasi elektron harus memenuhi berbagai aturan atau prinsip. Berikut ini dijelaskan beberapa aturan atau prinsip tentang konfigurasi elektron.

1. Prinsip Aufbau

Subkulit atau orbital-orbital elektron mempunyai tingkat energi yang berbeda. Tingkat-tingkat energi dan subkulit elektron dari periode ke-1 sampai ke-7 digambarkan seperti Gambar 1.5(a).

Menurut Aufbau, elektron dalam atom sedapat mungkin memiliki energi yang terendah maka berdasarkan urutan tingkat energi orbital, pengisian konfigurasi elektron dimulai dari tingkat energi yang paling rendah ke tingkat energi yang tertinggi. Cara pengisian elektron pada subkulit dapat digambarkan seperti Gambar 1.5(b).



Gambar 1.5

- (a) Tingkat-tingkat energi subkulit elektron periode ke-1 sampai ke-7
(b) Cara distribusi elektron pada subkulit

Sumber: Ebbing, General Chemistry

Urutan subkulit dari energi terendah sampai tertinggi yaitu sebagai berikut.
 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p, 6f, 7d

Contoh:

Konfigurasi elektron dari atom-atom ${}_2\text{He}$, ${}_3\text{Li}$, ${}_7\text{N}$, ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{18}\text{Ar}$, ${}_{22}\text{Ti}$, dan ${}_{26}\text{Fe}$ adalah sebagai berikut.

Tabel 1.4 Konfigurasi elektron dari beberapa atom

Lambang Unsur	Nomor Atom	Elektron	Konfigurasi Elektron
${}_2\text{He}$	2	2	$1s^2$
${}_3\text{Li}$	3	3	$1s^2 2s^1$
${}_7\text{N}$	7	7	$1s^2 2s^2 2p^3$
${}_{11}\text{Na}$	11	11	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
${}_{18}\text{Ar}$	18	18	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
${}_{22}\text{Ti}$	22	22	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$
${}_{26}\text{Fe}$	26	26	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$

Sumber: Ebbing, General Chemistry

Prinsip Aufbau adalah:

Elektron-elektron dalam suatu atom selalu berusaha menempati subkulit yang tingkat energinya rendah. Jika subkulit yang tingkat energinya rendah sudah penuh, baru elektron berikutnya akan mengisi subkulit yang tingkat energinya lebih tinggi.

2. Prinsip Eksklusi atau Prinsip Larangan Pauli

Helium memiliki dua elektron yang terletak pada orbital yang sama. Kedua elektron memiliki harga bilangan kuantum n , ℓ , dan m yang sama, tetapi bilangan kuantum s berbeda yaitu $+\frac{1}{2}$ dan $-\frac{1}{2}$. Harga bilangan kuantum masing-masing elektron pada He adalah: $n = 1, \ell = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$ dan $n = 1, \ell = 0, m = 0, s = -\frac{1}{2}$.

Atas dasar pengamatan ini ahli fisika Austria Wolfgang Pauli merumuskan suatu prinsip yang dikenal dengan prinsip eksklusi atau larangan Pauli.

Prinsip larangan Pauli adalah:

Tidak ada dua elektron di dalam atom memiliki empat bilangan kuantum yang sama.

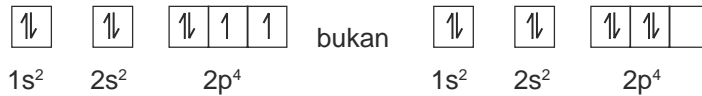
3. Aturan Hund

Konfigurasi elektron dapat pula ditulis dalam bentuk diagram orbital. Contoh diagram orbital yaitu:



Elektron-elektron di dalam orbital-orbital suatu subkulit cenderung untuk tidak berpasangan. Elektron-elektron pada subkulit akan berpasangan setelah semua orbital terisi satu elektron.

Misalnya konfigurasi elektron pada diagram orbital dari unsur O dengan nomor atom 8 adalah:



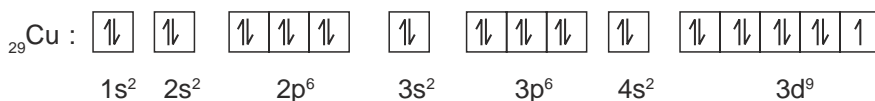
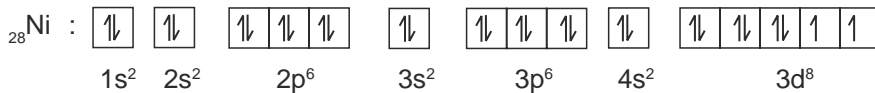
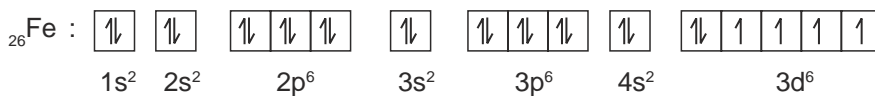
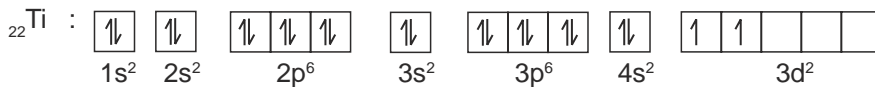
Aturan pengisian elektron tersebut sesuai dengan aturan Hund. Aturan Hund menyatakan:

Pada subkulit yang orbitalnya lebih dari satu, elektron-elektron akan mengisi dulu semua orbital, sisanya baru berpasangan.

Contoh Soal

Buat konfigurasi elektron dan diagram orbital dari titanium, besi, nikel, dan tembaga dengan nomor atom berturut-turut 22, 26, 28, dan 29!

Penyelesaian:



Konfigurasi elektron dan diagram orbital dari beberapa atom dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Konfigurasi elektron dan diagram orbital dari beberapa atom

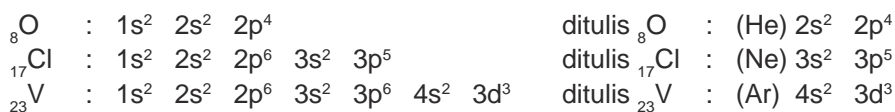
Atom	Nomor Atom	Diagram Orbital						Konfigurasi Elektron
		1s	2s	2p	3s	3p	4s	
H	1	↑						1s ¹
He	2	↑↓						1s ²
Li	3	↑↓	↑					1s ² 2s ¹
Be	4	↑↓	↑↓					1s ² 2s ²
B	5	↑↓	↑↓	↑				1s ² 2s ² 2p ¹
C	6	↑↓	↑↓	↑ ↑				1s ² 2s ² 2p ²
N	7	↑↓	↑↓	↑ ↑ ↑				1s ² 2s ² 2p ³
O	8	↑↓	↑↓	↑↓ ↑ ↑				1s ² 2s ² 2p ⁴
F	9	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑				1s ² 2s ² 2p ⁵
Ne	10	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓				1s ² 2s ² 2p ⁶
Na	11	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑			1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ¹
Mg	12	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓			1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ²
Al	13	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑		1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ¹
Si	14	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑ ↑		1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ²
P	15	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑ ↑ ↑		1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ³
S	16	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑ ↑		1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁴
Cl	17	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑		1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵
Ar	18	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓		1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶
K	19	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹
Ca	20	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ²

Catatan:

Untuk orbital yang berisi 2 elektron atau berpasangan (↑↓) disebut orbital penuh dan yang berisi 1 elektron (↑) disebut orbital setengah penuh.

Penulisan konfigurasi elektron suatu atom dapat disingkat dengan menuliskan lambang atom golongan VIIIA pada periode sebelumnya diikuti konfigurasi sisanya.

Contoh:



Latihan 1.3

Buatlah konfigurasi elektron dan diagram orbital dari ion O^{2-} , Al^{3+} , S^{2-} , Ca^{2+} , Sc^{2+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , dan Ni^{2+} .

D. Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Letak Unsur pada Tabel Periodik

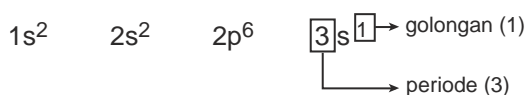
Nomor kulit dan jumlah elektron yang ada pada subkulit menunjukkan letak unsur pada tabel periodik. Jadi ada hubungan antara konfigurasi elektron dengan letak unsur pada tabel periodik. Hubungan konfigurasi elektron dengan letak unsur pada tabel periodik untuk golongan utama dan golongan transisi berbeda. Perhatikan uraian berikut.

1. Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Letak Unsur pada Tabel Periodik untuk Golongan Utama

Letak unsur pada tabel periodik dapat ditentukan dengan mengetahui nomor golongan dan nomor periode. Nomor golongan dan nomor periode dapat ditentukan dari konfigurasi elektron. Nomor golongan ditentukan dari jumlah elektron pada kulit terluar. Nomor periode ditentukan dari nomor kulit terbesar.

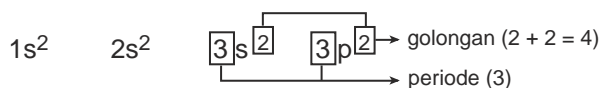
Contoh:

${}_{11}\text{Na}$ mempunyai konfigurasi elektron:



Jadi, ${}_{11}\text{Na}$ terletak pada golongan IA dan periode 3.

${}_{14}\text{Si}$ mempunyai konfigurasi elektron:

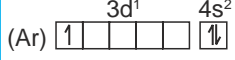
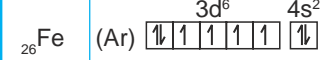
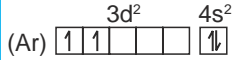
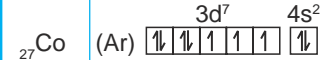
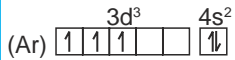
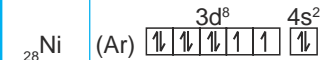
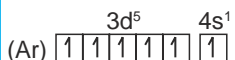
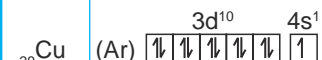
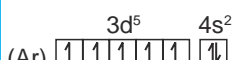



Jadi, ${}_{14}\text{Si}$ terletak pada golongan IVA dan periode 3.

2. Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Letak Unsur pada Tabel Periodik untuk Golongan Transisi

Cara menentukan letak unsur pada tabel periodik berdasarkan konfigurasi elektron untuk unsur transisi berbeda dengan unsur golongan utama. Perhatikan konfigurasi elektron golongan unsur transisi periode ke-4 pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Unsur-unsur transisi periode ke-4 dan konfigurasi elektronnya

Unsur	Konfigurasi Elektron	Golongan	Unsur	Konfigurasi Elektron	Golongan
$_{21}\text{Sc}$	(Ar) $3d^1 4s^2$ 	IIIB	$_{26}\text{Fe}$	(Ar) $3d^6 4s^2$ 	VIIIB
$_{22}\text{Ti}$	(Ar) $3d^2 4s^2$ 	IVB	$_{27}\text{Co}$	(Ar) $3d^7 4s^2$ 	VIIIB
$_{23}\text{V}$	(Ar) $3d^3 4s^2$ 	VB	$_{28}\text{Ni}$	(Ar) $3d^8 4s^2$ 	VIIIB
$_{24}\text{Cr}$	(Ar) $3d^5 4s^1$ 	VIB	$_{29}\text{Cu}$	(Ar) $3d^{10} 4s^1$ 	IB
$_{25}\text{Mn}$	(Ar) $3d^5 4s^2$ 	VIIIB	$_{30}\text{Zn}$	(Ar) $3d^{10} 4s^2$ 	IIB

Nomor golongan unsur transisi ditentukan dari jumlah elektron 3d dengan 4s. Untuk golongan IIIB, IVB, VB, VIB, VIIB, dan VIIIB, nomor golongan diambil dari jumlah elektron pada subkulit 3d dan 4s. Golongan IB dan IIB diambil dari jumlah elektron pada subkulit 4s. Nomor periode tetap diambil dari nomor kulit (bilangan kuantum utama) terbesar. Pada unsur transisi ada tiga kolom yang diberi nomor golongan yang sama yaitu golongan VIIIB.

Latihan 1.4

Selesaikan soal-soal berikut!

- Tentukan golongan dan periode dari suatu unsur yang mempunyai konfigurasi elektron sebagai berikut.
 - $X = (\text{Ne}) 3s^2 3p^1$
 - $Y = (\text{Ar}) 4s^2 3d^5$
 - $Z = (\text{Ar}) 4s^2 3d^{10} 4p^6$
- Tentukan konfigurasi elektron dari unsur-unsur berikut.
 - X yang terletak pada golongan VIA periode 3.
 - Y yang terletak pada golongan IVA periode 4.
 - Z yang terletak pada golongan IIB periode 4.

E. Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Bilangan Kuantum dan Letak Unsur dalam Tabel Periodik

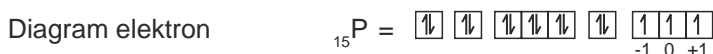
Bagaimana cara menentukan harga bilangan kuantum elektron suatu atom bila diketahui konfigurasi elektron atom tersebut? Di mana letak unsur tersebut pada tabel periodik?

Dari konfigurasi elektron suatu atom, harga bilangan kuantum elektron pada konfigurasi tersebut dapat ditentukan. Selain itu letak unsurnya pada tabel periodik dapat diketahui, demikian juga sebaliknya.

Contoh Soal

1. Tentukan harga bilangan kuantum n , ℓ , m , s dari elektron terluar atom unsur ${}_{15}\text{P}$!

Penyelesaian:



Bilangan kuantum elektron terakhir ${}_{15}\text{P}$ adalah $n = 3$, $\ell = 1$, $m = +1$.

Elektron terakhir berada pada orbital m dengan bilangan kuantum $+1$ dan merupakan elektron pertama pada orbital tersebut maka harga s -nya $+\frac{1}{2}$.

2. Tentukan harga bilangan kuantum n , ℓ , m , s pada ${}_{28}\text{Ni}$!

Penyelesaian:



Bilangan kuantum elektron terakhir ${}_{28}\text{Ni}$ adalah $n = 3$, $\ell = 2$, $m = 0$, $s = -\frac{1}{2}$.

3. Tentukan nomor atom, golongan, dan periode dari unsur yang mempunyai elektron terakhir dengan harga bilangan kuantum:

a. $n = 2$, $\ell = 1$, $m = 0$, $s = -\frac{1}{2}$.

b. $n = 3$, $\ell = 2$, $m = -1$, $s = +\frac{1}{2}$.

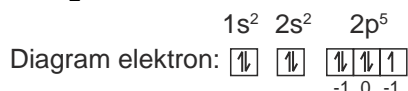
Penyelesaian:

a. $n = 2$ □ kulit ke-2

$\ell = 1$ □ subkulit p

$m = 0$ □ pengisian elektron terakhir di tengah

$s = -\frac{1}{2}$ □ elektron kedua pada orbital



Nomor atom unsur tersebut = 9, golongan VIIA, dan periode 2.

b. $n = 3$ □ kulit ke-3

$\ell = 2$ □ subkulit d

$m = -1$

--	--	--	--	--

 pengisian elektron terakhir dikolom kedua dari kiri.

$s = +\frac{1}{2}$

--

 elektron pertama pada orbital $m = -1$.

Diagram elektron

$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^6$	$4s^2$	$3d^2$															
<table border="1"><tr><td>↑↓</td></tr></table>	↑↓	<table border="1"><tr><td>↑↓</td></tr></table>	↑↓	<table border="1"><tr><td>↑↓</td><td>↑↓</td><td>↑↓</td></tr></table>	↑↓	↑↓	↑↓	<table border="1"><tr><td>↑↓</td></tr></table>	↑↓	<table border="1"><tr><td>↑↓</td><td>↑↓</td><td>↑↓</td></tr></table>	↑↓	↑↓	↑↓	<table border="1"><tr><td>↑↓</td></tr></table>	↑↓	<table border="1"><tr><td>↑</td><td>↑</td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>	↑	↑			
↑↓																					
↑↓																					
↑↓	↑↓	↑↓																			
↑↓																					
↑↓	↑↓	↑↓																			
↑↓																					
↑	↑																				

Nomor atom unsur 22, golongan IVB, dan periode 4.

Latihan 1.5

Selesaikan soal-soal berikut!

- Tentukan harga bilangan kuantum n , ℓ , m , s dari elektron terluar atom unsur Cl, Ar, Ca, dan Co!
- Tentukan nomor atom, golongan, dan periode dari unsur yang mempunyai elektron terakhir dengan harga bilangan kuantum:
 - $n = 3$, $\ell = 1$, $m = 0$, $s = -\frac{1}{2}$
 - $n = 4$, $\ell = 2$, $m = -2$, $s = +\frac{1}{2}$
- Tentukan keempat harga bilangan kuantum elektron ke-10 pada atom Mg dan P!

INFO KIMIA



Sumber: Ebbing, *General Chemistry*

Niels Bohr (1885–1962)

Bohr lahir di Copenhagen pada tahun 1885. Setelah Bohr mengembangkan teori atom hidrogen, ia menggunakan idenya untuk menjelaskan sifat periodik dari unsur-unsur. Setelah teori mekanika kuantum ditemukan oleh Schrodinger dan Heisenberg, Bohr menghabiskan waktunya untuk mengembangkan filsafat. Ia menerima hadiah nobel di bidang Fisika pada tahun 1922.

Rangkuman

- Menurut Rutherford–Bohr atom terdiri dari inti atom dan elektron. Di dalam inti atom terdapat partikel proton dan neutron, sedangkan elektron mengelilingi inti atom pada tingkat-tingkat energinya.
- Teori atom Bohr pada prinsipnya menjelaskan bahwa elektron dalam atom mempunyai tingkat energi tertentu atau elektron bergerak mengelilingi inti dalam lintasan tertentu. Selanjutnya teori ini disempurnakan oleh Schrodinger dan Heisenberg menjadi *teori mekanika kuantum*.
- Menurut teori mekanika kuantum, elektron mengelilingi inti pada orbital-orbital. Tingkat energi elektron dinyatakan dengan bilangan kuantum yaitu bilangan kuantum utama (n), azimut (ℓ), dan magnetik (m). Perputaran elektron pada sumbunya dinyatakan dengan bilangan kuantum spin (s).

4. Bilangan kuantum utama menyatakan kulit elektron, bilangan kuantum azimut menyatakan subkulit, bilangan kuantum magnetik menyatakan arah orbital dan jumlah orbital pada subkulit, serta bilangan kuantum spin (s) menyatakan arah perputaran elektron pada sumbunya. Orbital s berbentuk bola, orbital ℓ berbentuk balon terpilin.
5. Susunan elektron dalam orbital sesuai tingkat energinya disebut konfigurasi elektron. Penyusunan konfigurasi elektron harus mengikuti prinsip Aufbau, prinsip larangan Pauli, dan aturan Hund.
6. Dari suatu konfigurasi elektron kita dapat menentukan golongan dan periode unsur atom tersebut dalam tabel periodik.

Kata Kunci

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| ● Teori Atom Bohr | ● Bilangan kuantum |
| ● Tereksitasi | ● Konfigurasi elektron |
| ● Teori mekanika kuantum | ● Prinsip Aufbau |
| ● Spektrum | ● Prinsip larangan Pauli |
| ● Orbital | ● Aturan Hund |

Evaluasi Akhir Bab

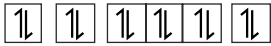
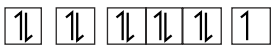
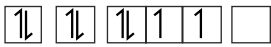
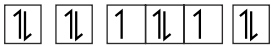
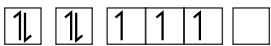

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar.

1. Komposisi partikel atom yang dimiliki oleh ion $^{18}_8\text{O}^{2+}$ adalah

	proton	elektron	neutron
A.	8	6	10
B.	8	10	10
C.	8	8	12
D.	10	8	10
E.	10	8	12
2. Elektron dapat pindah lintasan, dari tingkat energi yang rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi bila menerima energi.
Pernyataan di atas merupakan teori atom

A. Rutherford	D. Dalton
B. Thomson	E. Schrodinger
C. Bohr	
3. Elektron terluar dari suatu atom unsur mempunyai harga bilangan kuantum $n = 3$, $\ell = 1$, $m = +1$, $s = +\frac{1}{2}$. Nomor atom unsur tersebut adalah

A. 13	D. 16
B. 14	E. 17
C. 15	

4. Urutan harga bilangan kuantum yang benar adalah
- A. $n = 1, \ell = 1, m = +1, s = +\frac{1}{2}$ D. $n = 2, \ell = 1, m = 0, s = -\frac{1}{2}$
 B. $n = 3, \ell = 1, m = -2, s = -\frac{1}{2}$ E. $n = -2, \ell = 2, m = 0, s = -\frac{1}{2}$
 C. $n = 3, \ell = 0, m = -1, s = +\frac{1}{2}$
5. Ion X^+ mempunyai konfigurasi elektron $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$. Harga bilangan kuantum elektron terluar dari unsur X adalah
- A. $n = 2, \ell = 1, m = 1, s = +\frac{1}{2}$ D. $n = 4, \ell = 0, m = +1, s = -\frac{1}{2}$
 B. $n = 3, \ell = 0, m = +1, s = -\frac{1}{2}$ E. $n = 4, \ell = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$
 C. $n = 3, \ell = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$
6. Diagram orbital yang berisi konfigurasi elektron *tidak sesuai* aturan Hund adalah
- A. 
- B. 
- C. 
- D. 
- E. 
7. Suatu unsur memiliki diagram orbital sebagai berikut:
 . Unsur tersebut cenderung membentuk ion dengan muatan
- A. -5 D. +7
 B. +5 E. -1
 C. +1
8. Konfigurasi elektron suatu unsur yang memiliki nomor atom 26 adalah
- A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6$
 B. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3s^2 3d^4$
 C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3s^2 3d^6$
 D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$
 E. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$
9. Konfigurasi elektron dari Cr dengan nomor atom 24 adalah
- A. (He) $3d^4 4s^2$ D. (Kr) $4s^1 3d^5$
 B. (Ne) $3d^4 4s^2$ E. (Ar) $4s^1 3d^5$
 C. (Ar) $3d^4 4s^2$

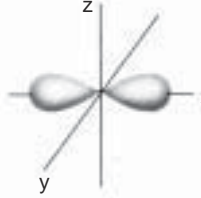
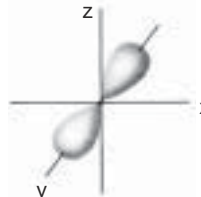
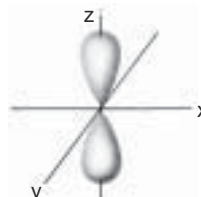
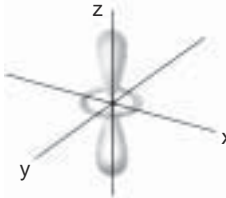
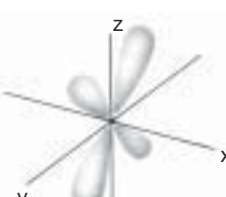
10. Bilangan kuantum $m = -1$ tidak mungkin dimiliki oleh elektron yang terletak pada kulit

- A. kesatu
 B. ketiga
 C. keempat
 D. kelima
 E. keenam

11. Jumlah elektron maksimum pada kulit ke-3 adalah

- A. 2
 B. 8
 C. 10
 D. 18
 E. 20


12. Gambar orbital P_z digambarkan adalah

- A. 
- B. 
- C. 
- D. 
- E. 

13. Elektron terakhir dari atom suatu unsur mempunyai bilangan kuantum $n = 3$, $\ell = 2$, $m = 0$, $s = +\frac{1}{2}$. Nomor atom unsur tersebut adalah

- A. 23
 B. 25
 C. 26
 D. 27
 E. 28

14. Data tentang atom O dengan nomor atom 8 adalah:

- i. diagram orbitalnya 
- ii. konfigurasi elektronnya $1s^2 2s^2 2p^4$
- iii. semua elektronnya berpasangan
- iv. memiliki elektron valensi 6

Data yang benar adalah

- A. i dan ii
B. i dan iii
C. ii dan iii
D. ii dan iv
E. i dan iv

15. Atom fosfor dengan proton 15 memiliki elektron tak berpasangan sebanyak

- A. 1
B. 2
C. 3
D. 4
E. 5

16. Empat elektron dalam suatu atom mempunyai bilangan-bilangan kuantum sebagai berikut.

$$p : n = 3, \ell = 1, m = 0, s = -\frac{1}{2}$$

$$q : n = 3, \ell = 1, m = 0, s = -\frac{1}{2}$$

$$r : n = 3, \ell = 2, m = +1, s = -\frac{1}{2}$$

$$s : n = 3, \ell = 2, m = -1, s = +\frac{1}{2}$$

Tingkat energi elektron yang benar adalah

- A. $r < s$
B. $s > p$
C. $p > q$
D. $r < q$
E. $q < s$

17. Nomor atom S = 16, konfigurasi ion sulfida S^{2-} adalah

- A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$
B. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^2$
E. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^2$

18. Atom Co mempunyai konfigurasi elektron $[Ar] 3d^7 4s^2$. Jumlah elektron yang tidak berpasangan dalam ion Co^{2+} adalah

- A. 1
B. 2
C. 3
D. 5
E. 7

19. Diketahui nomor atom unsur V = 23. Konfigurasi elektronnya adalah

- A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^3$
B. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2 4p^1$
C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^5$
D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$
E. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$

20. Unsur X mempunyai konfigurasi elektron 2.8.6. Pernyataan yang benar tentang unsur X adalah

- A. suatu logam
B. membentuk ion $2+$
C. membentuk ion $2-$
D. memiliki 6 proton pada kulit terluar
E. memiliki 2 elektron yang tidak berpasangan

21. Suatu unsur mempunyai konfigurasi elektron (Ar) $4s^2 3d^{10} 4p^5$. Unsur tersebut dalam tabel periodik terdapat pada
- A. golongan IVA periode 5 D. golongan VIIA periode 4
 B. golongan VA periode 5 E. golongan VIIA periode 5
 C. golongan VA periode 7
22. Suatu atom unsur memiliki bilangan kuantum elektron terluar $n = 2$, $\ell = 1$, $m = -1$, $s = -\frac{1}{2}$. Unsur tersebut terletak pada golongan dan periode berturut-turut
- A. IVA dan 2 D. VIA dan 4
 B. IVA dan 4 E. IIA dan 2
 C. VIA dan 2
23. Unsur besi dengan nomor atom 26 pada tabel periodik terletak pada periode keempat dan golongan
- A. IVB D. VIB
 B. IVA E. VIIIB
 C. VIA
24. Suatu unsur dengan konfigurasi (Kr) $5s^2$, terletak pada periode dan golongan
- A. 5 dan IIA D. 3 dan IIIA
 B. 4 dan IIA E. 3 dan IIA
 C. 5 dan IIIA
25. Di antara unsur ${}_{12}\text{P}$, ${}_{16}\text{Q}$, ${}_{17}\text{R}$, ${}_{23}\text{S}$, dan ${}_{53}\text{T}$ yang terletak pada golongan dan periode yang sama adalah
- A. P dan R D. S dan T
 B. Q dan S E. R dan T
 C. P dan Q

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan jelas dan singkat.

- Jelaskan dengan singkat tentang prinsip Aufbau dan aturan Hund.
- Tuliskan konfigurasi elektron yang stabil untuk unsur ${}_{24}\text{Cr}$ dan ${}_{29}\text{Cu}$.
- Gambarkan diagram orbital untuk unsur ${}_{14}\text{Si}$, ${}_{28}\text{Ni}$, dan ${}_{35}\text{Br}$.
- Tuliskan konfigurasi elektron ion Fe^{2+} , Cl^- , K^+ , Mn^{2+} , S^{2-} .
- Tentukan harga semua bilangan kuantum elektron terakhir dari unsur-unsur dengan nomor atom 5, 13, 19, 22, 27, dan 32.

Tugas

Buatlah model bentuk orbital dari bahan-bahan yang tersedia di rumah.